

DB1502

包 头 市 地 方 标 准

DB 1502/ TXXXX—XXXX

产品碳足迹 核算及林草碳汇碳中和技术规程

Technical regulations for carbon footprint accounting and carbon neutrality of forest and grassland carbon sequestration of products

(征求意见稿)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

包头市市场监督管理局 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求和原则 2

5 产品碳足迹核算及碳中和流程 2

6 产品碳足迹核算方法 3

7 制定碳中和实施计划 4

8 实施碳足迹减排行动 4

9 碳排放抵销 8

10 碳中和评价 8

11 碳中和信息披露 8

参考文献 10

前 言

本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由包头市林业和草原局提出并归口。

本文件起草单位：包头市林业和草原工作站、杭州超腾能源技术股份有限公司、包头市国发低碳发展碳排放权交易服务有限公司、包头市检验检测中心、包头市林业和草原局。

本文件主要起草人：黄梅、张欢、丁志军、李茂森、张文英、焦智斌、耿洪燕、张瑞、包福军、施炜、张文辽、魏东明、肖雪、戴圣炎、刘遮、赵雪峰、尚国云、赵振宇、郭华、闫婧、朱学友、冯小东、姚瑶、郝大昭。

产品碳足迹 核算及林草碳汇碳中和技术规程

1 范围

本文件确立了产品碳足迹核算及林草碳汇碳中和的基本要求和原则，规定了产品碳足迹核算及碳中和流程，提出了产品碳足迹核算方法、制定碳中和实施计划、实施碳足迹减排行动、抵销碳排放、碳中和评价及碳中和信息披露的规程。

本文件适用于产品通过购买包头林草碳票或碳汇类碳信用抵销方式实现产品碳排放抵销中和。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

碳汇 carbon sequestration

从大气中清除二氧化碳的过程、活动或机制。

3.2

产品碳足迹 carbon footprint of a product (CFP)

基于生命周期评价，以二氧化碳当量表示的产品系统中温室气体排放和清除之和。

[来源：DB11/T 1860-2021，3.2]

3.3

生命周期 life cycle

系统中前后衔接的一系列阶段，包括从自然界或从自然资源中获取原材料、产品生产和使用、直至废弃后的最终处置。

[GB/T 24040-2008，3.1]

3.4

功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

[来源：GB/T 24044-2008，3.20]

3.5

单元过程 unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

[来源: GB/T 24044-2008, 3.34]

3.6

包头林草碳票 Baotou forest and grass carbon certification

包头市行政区域内权属清晰的森林、草原,具有收益权的林草碳汇量凭证,赋予在包头市行政区域内流转、质押、兑现、抵销等功能。

4 基本要求和原则

产品的碳足迹核算及碳中和应遵循以下原则:

- a) 产品碳足迹应按照生命周期原则进行核算,产品碳中和应考虑产品碳足迹核算生命周期内的全部温室气体排放量;
 - 1) 部分生命周期,即核算产品从原材料生产、制造、最后到配送销售阶段的碳排放;
 - 2) 全生命周期,即原材料生产、制造、配送销售、使用、废弃五个阶段。
- b) 相关性:应选择与指定产品相关的温室气体排放源、数据和方法;
- c) 完整性:应包括对指定产品碳足迹有实质性贡献的生命周期阶段所有温室气体排放;
- d) 一致性:在核算的生命周期内应采用相同的假设、计算方法和数据,实现数据可比较、可论证;
- e) 准确性:应确保产品碳足迹量化和披露准确真实、稳定可靠、可核证、可追溯、无争议,避免重复指定产品温室气体的排放量和清除量,减少误差和不确定性;
- f) 透明性:核算阶段应详细清晰记录指定产品碳足迹相关数据来源、数据核算、数据分析等内容;碳中和阶段应在满足政策和商业秘密要求的前提下,发布适用的碳中和信息。

5 产品碳足迹核算及碳中和流程

5.1 产品碳足迹核算流程

产品碳足迹核算流程包括以下步骤:

- a) 明确核算的产品:确定产品制造商、产品规格、产品型号、产品批次、产品生产工艺等信息;
- b) 明确产品核算边界:确定产品碳足迹的核算是部分生命周期还是全生命周期;
- c) 明确产品功能单位:为方便输入或输出的量化、企业披露产品的碳足迹信息,或将结果与其他产品的环境影响作对比,确定产品的功能单位,比如生产1公斤A产品、生产1双B产品、生产1箱C产品、生产1台D产品、生产1吨E产品等等;
- d) 明确产品碳排放源:根据指定产品批次及生产工艺,确定产品原材料获取阶段、产品生产阶段、产品包装阶段、产品分销运输阶段、产品回收和废弃阶段涉及的能源、原辅材料、包装材料、废气、废水、固体废物等排放源;
- e) 建立产品模型:借助碳足迹软件工具建立贯穿于产品原材料获取、生产、包装、分销运输、使用、回收和废弃等各个阶段的产品碳足迹模型;
- f) 收集产品活动水平数据:收集系统边界内所有单元过程的资料数据用于量化单元过程的输入和输出;
- g) 核算产品碳足迹:使用排放因子法或质量平衡法对产品碳足迹进行核算。

5.2 产品碳中和流程

产品碳中和流程包括以下步骤：

- a) 制定碳中和实施计划：根据产品碳足迹核算情况，基于产品生命周期原则，制定详细的产品碳中和实施计划；
- b) 实施碳足迹减排行动：不同类型产品基于自身特性，选择合适的碳足迹减排路径，尽可能地减少温室气体排放；
- c) 抵销碳排放：产品碳中和实施方根据产品碳足迹及清除量，选择林草碳汇类碳抵销方式，抵销碳足迹；
- d) 碳中和评价：产品实现碳中和后，产品碳中和实施方通过自我承诺或委托第三方机构的方式开展碳中和评价；
- e) 碳中和信息披露：产品碳中和实施方在完成碳中和评价后向社会披露产品碳中和信息。

6 产品碳足迹核算方法

6.1 排放因子法

6.1.1 概述

用活动水平数据和相对应的碳排放因子的乘积表示碳排放总量的方法。

6.1.2 计算公式

采用排放因子法计算公式，见式（1）：

$$E = AD \times EF \times GWP \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- E ——每功能单位或单元过程的温室气体排放量，以二氧化碳当量（CO₂e）表示；
- AD ——温室气体活动数据，单位根据具体排放源确定；
- EF ——温室气体排放因子，单位与活动数据的单位相匹配；
- GWP ——全球变暖潜势，以政府间气候变化专门委员会（IPCC）最新发布数据为准。

6.2 质量平衡法

6.2.1 概述

质量平衡法是基于物料平衡的原则，对工艺过程前后的碳源流进行分析比较，得出碳排放数据的方法。

6.2.2 计算公式

采用质量平衡法计算公式，见式（2）：

$$E = M_{in} \times CC_{in} \times GWP \times \frac{44}{12} - M_{out} \times CC_{out} \times GWP \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- E ——每功能单位或单元过程的温室气体排放量，以二氧化碳当量（CO₂e）表示；
- M_{in} ——输入物料量，根据具体排放源确定单位；
- CC_{in} ——输入物含碳量，根据具体排放源确定单位；
- M_{out} ——输出物料量，根据具体排放源确定单位；

CC_{out} ——输出物含碳量，根据具体排放源确定单位；

GWP ——全球变暖潜势，以政府间气候变化专门委员会（IPCC）最新发布数据为准；

$\frac{44}{12}$ ——碳质量转化为二氧化碳质量的转换系数。

7 制定碳中和实施计划

产品碳中和实施主体应根据产品碳足迹和抵销量制定碳中和实施计划，实施计划应包括以下内容：

- a) 产品碳中和实施主体基本信息；
- b) 拟抵销的产品碳足迹；
- c) 拟采用的产品碳足迹减排路径；
- d) 拟采用的产品碳足迹抵销方式；
- e) 预期实现碳中和日期；
- f) 拟采用的评价形式。

8 实施碳足迹减排行动

产品碳中和实施主体应结合自身实际，根据实施计划实施产品碳足迹减排行动，减少温室气体排放。本文件主要从种植业、畜牧业及工业三个方面规定产品碳足迹减排路径。

8.1 农作物产品碳足迹减排路径

玉米、小麦、豆类等农作物可在选种阶段、种植阶段、储存与分销运输阶段采取相应的碳减排措施减少产品碳排放。

8.1.1 选种阶段

在选种阶段可优先选用适宜于本地区种植的农作物，包括但不限于：

- a) 优质专用小麦；
- b) 抗赤霉病小麦；
- c) 耐旱宜机收玉米；
- d) 抗虫耐除草剂玉米；
- e) 优质蛋白玉米；
- f) 高产高蛋白大豆；
- g) 耐除草剂大豆。

8.1.2 种植阶段

8.1.2.1 播种与养护阶段碳减排路径

- a) 实施测土配方精准施肥、化肥农药减量、肥料机械深施和有机肥替代化肥等行动；
- b) 集中连片升级改造老旧农业设施，研发和推广节能型农机，减少种植过程中机械作业环节和次数；配套水肥一体化、二氧化碳气肥、冷藏保鲜设施等农业设施设备；
- c) 鼓励设施农业利用新能源进行生产活动；
- d) 新建或升级改造装配式高效日光温室、普通日光温室和标准化钢骨架大棚；
- e) 重新建造农业设施墙体或增加保温层、更新钢骨架、更新保温绵。

8.1.2.2 收获阶段碳减排路径

- a) 禁止秸秆田间地头焚烧；
- b) 开展农作物秸秆发酵饲料生产制备和秸秆制取纤维素乙醇集成示范；
- c) 秸秆机械化还田离田、全株秸秆菌酶联用发酵、秸秆成型饲料调制配方和加工、秸秆饲料发酵、秸秆食用菌生产和秸秆新型燃料化推广应用；
- d) 实施秸秆“收、储、加、销、用”一体化项目；
- e) 集成推广优质品种和高产高效栽培技术模式。

8.1.3 分销运输与储存阶段

种植业产品分销运输与储存阶段可采用以下碳减排路径：

- a) 采用可回收及环境友好的包装材料，包括纸箱、玉米淀粉包装袋、气泡膜等；
- b) 短距离采用新能源装备及车辆进行装卸与运输；
- c) 长距离应规划最佳运输路线，鼓励使用新能源装备及车辆进行装卸与运输；
- d) 优先采用铁路运输方式；
- e) 鼓励实施绿色化、智能化、数字化运输管理。

8.2 规模化畜牧业产品碳足迹减排路径

牛、羊、生猪等规模化畜牧业可在饲料生产阶段、养殖阶段、分销运输与储存阶段采取相应的碳减排措施减少产品碳排放。

8.2.1 饲料生产阶段

饲料生产阶段可采取以下碳减排路径：

- a) 养殖所需的小麦、玉米等原料种植阶段碳减排路径可参考 8.1；
- b) 饲料加工设备鼓励使用新能源；
- c) 鼓励采用科学配置法配置有机物饲料。

8.2.2 养殖阶段

8.2.2.1 喂养阶段碳减排路径

- a) 调整牛、羊、生猪喂养阶段的饮食种类与结构，使用基于植物提取物、益生菌等饲料添加剂和多功能**营养舔砖**，推广低蛋白日粮、全株青贮等技术；
- b) 改进畜禽饲养管理，实施精准饲喂，探索高产低排放技术模式；
- c) 牛、羊牧区采取规模化圈养与生态放牧结合的形式进行养殖，加强养殖管理；
- d) 鼓励采取智能化技术和自动化设备进行生猪养殖。

注：舔砖是将牛羊所需的营养物质经科学配方加工成块状，供牛羊舔食的一种饲料。

8.2.2.2 废弃物阶段碳减排路径

- a) 改变粪便管理方式，推广沼气处理粪便；
- b) 开展畜禽粪污资源化利用、粪污厌氧干发酵技术、粪肥还田及安全利用、畜禽养殖污水高效处理、规模化畜禽场废弃物堆肥与除臭和“秸秆-沼气-发电”等集成示范；
- c) 推广应用畜禽养殖场三改两分再利用、畜禽养殖废弃物堆肥发酵成套设备和家庭农场废弃物异位发酵技术；
- d) 鼓励采用种养结合农牧循环的新型种养模式。

8.2.3 分销运输与储存阶段

牛、羊、生猪等在分销运输与储存阶段可采用以下碳减排路径：

- a) 短距离可采用新能源专用设备及车辆进行装卸与运输；
- b) 长距离可规划最佳运输路线，鼓励使用新能源专用设备及车辆；
- c) 鼓励实施绿色化、智能化、数字化运输管理；
- d) 运输过程中所产生的粪污进行集中收集与处理。

8.3 工业产品碳足迹减排路径

钢铁、铝业、装备制造、电力、稀土、煤化工及建材等工业行业可在原辅材料、生产、分销运输与储存、回收和废弃等阶段采取相应的碳减排措施减少产品碳排放。

8.3.1 原辅材料阶段

在产品制造原辅材料阶段，不同工业产品可在原辅材料选择、运输及储存过程中选择合适的减排路径减少温室气体排放，包括但不限于以下内容：

- a) 钢铁行业产品制造优先使用低水分焦炭产品、高品位矿石等原料，鼓励使用废钢铁替代铁矿石；
- b) 建材行业中，水泥产品制造优先使用矿渣、电石渣、钢渣、镁渣、粉煤灰等非碳酸盐原料；
- c) 钢铁、电力及建材等行业产品制造可减少煤炭、石油等化石燃料使用，实施煤炭等量或减量替代，应用木材、废纸张和秸秆等生物质燃料；钢铁、建材行业产品制造可应用氢能、电能等燃料；
- d) 所有行业原辅材料运输装卸鼓励采用氢能重卡等新能源车辆及设备；
- e) 所有行业原辅材料储存鼓励应用“黑灯仓库”与数字化管理。

注：“黑灯仓库”是指使用智能设备和数智化系统，使仓库在关灯或少开灯环境下也可以正常运行。

8.3.2 生产阶段

8.3.2.1 工艺过程

在产品生产工艺过程中，不同工业产品可在节能减排技术应用、清洁生产、工艺改造、生产设备节能及余能利用等方面选择合适的路径减少温室气体排放，包括但不限于以下内容：

- a) 钢铁行业产品生产可规模化应用“废钢-电炉炼钢-轧钢”的短流程炼钢轧钢工艺；
- b) 钢铁行业产品生产工艺为短流程电炉炼钢，可应用 DP 系列废钢预热连续加料输送成套设备；
- c) 钢铁行业产品生产工艺涉及高炉鼓风机系统，可应用特大型高炉鼓风高效节能装置技术；
- d) 建材行业水泥生产可应用生活垃圾生态化前处理和水泥窑协同后处置技术；
- e) 建材行业水泥产品生产工艺涉及工业窑炉，可应用窑用系列低导热莫来石砖、黑体强化辐射传热节能技术和工业企业能源节能降耗及余能再利用技术；
- f) 电力行业产品在生产过程中可运用干式抽真空系统节能改造技术、向心涡轮中低品位余能有机朗肯循环发电技术；
- g) 钢铁、电力等行业产品在生产过程中可应用数字循环水车间·DCWS 系统；
- h) 稀土行业企业可开展稀土节能减排深加工产品研发及应用；
- i) 煤化工行业产品在生产过程中应尽可能回收并存储二氧化碳，并探究应用二氧化碳加氢制甲醇、二氧化碳与环氧丙烷制备二氧化碳基降解塑料、二氧化碳基聚醚多元醇及二氧化碳通过藻类光合作用制备燃油等技术；
- j) 煤化工行业产品在生产过程中可将二氧化碳与水混合注入地下 400 m~800 m 深处的玄武岩层中，借助自然化学反应将二氧化碳转化为固态碳酸盐，实现二氧化碳永久封存；

- k) 铝业、装备制造和稀土等行业产品在生产过程中涉及的电机系统，可应用双筒型永磁调速节能技术、工业用永磁辅助磁阻同步电机技术和永磁伺服电机节能动力系统；
- l) 所有行业产品在生产过程中涉及的离心压缩机系统，可应用离心压缩机系统可应用高效动压气悬浮离心压缩机关键技术；
- m) 所有行业产品在生产过程中涉及的管道气力输送系统，可应用先导式气力物料运输系统；
- n) 所有行业流程工业能源信息化管控可应用基于边缘计算的流程工业智能优化控制技术，空压站系统能源管理可应用一种组合式互联网节能型智慧空压站的集成设计及智能控制系统；
- o) 所有行业产品生产过程中涉及工艺蒸汽冷凝水时，可应用智能全闭式蒸汽冷凝水回收系统。

8.3.2.2 工艺废弃物

产品生产工艺废弃物阶段，不同工业产品可在根据自身工艺废弃物特性选择合适的碳减排路径，包括但不限于以下内容：

- a) 利用工业固体废物综合利用 WS • DYNASI（动态烧结）陶粒生产技术处理处置原煤开采产生的煤矸石、火电厂产生的粉煤灰；
- b) 利用除铜渣底吹连续炼铜工艺处理处置铜渣、含铅铜渣；
- c) 利用高掺量工业固废泡沫混凝土技术处理处置为粉煤灰、尾矿、矿渣、赤泥等工艺固废；
- d) 利用铸造废砂联合法节能型柔性再生技术及装备处理处置铸铝、铸铁、铸造废砂；
- e) 利用超音速蒸汽微细化处理工业固废综合利用技术处理处置冶炼废渣；
- f) 利用钢渣风淬雾化处理技术设备处理处置冶炼钢渣；
- g) 利用工业副产石膏二次煅烧设备处理处置工业副产石膏；
- h) 利用电炉除尘灰冷固球团技术处理处置钢铁行业除尘灰；
- i) 利用液态热熔渣规模化制备矿渣棉及制品技术处理处置铁合金渣、高炉渣、二次铜尾渣、钛合金渣、锰渣等液态固废生产矿渣；
- j) 利用钢渣辊压破碎一余热有压热焖资源化成套技术设备处理处置钢渣、矿渣等工艺固废。

8.3.3 分销运输与储存阶段

产品在分销运输与储存阶段可采用以下碳减排路径：

- a) 采用可回收、可循环利用、可降解的包装材料；
- b) 鼓励应用“黑灯仓库”与数字化管理；
- c) 短距离可采用新能源专用设备及车辆进行装卸与运输；
- d) 长距离可规划最佳运输路线，鼓励使用新能源专用设备及车辆；
- e) 优先采用铁路运输方式；
- f) 鼓励实施绿色化、智能化、数字化运输管理。

8.3.4 回收和废弃阶段

工业产品在进入废弃阶段后，废钢、废铁等可回收利用产品应集中回收，实现再生利用；不可回收利用的废弃产品应按照废弃物处理处置要求分类收集、分类处理。

9 抵销碳排放

9.1 基本要求

9.1.1 当产品碳中和实施计划中所覆盖的产品生命周期碳足迹小于等于抵销量时,即可判定为碳中和;反之,则不能判定为碳中和;

9.1.2 产品碳中和实施主体应保证抵销所用的包头林草碳票和碳汇类碳信用是唯一的,并承诺不作为其他用途使用。

9.2 碳抵销项目类型及组合方式

产品碳中和的碳抵销方式如下,可选择其中一种或两种相结合方式进行抵销:

- a) 购买包头林草碳票进行抵销;
- b) 购买碳汇类碳信用进行抵销。

9.3 购买包头林草碳票抵销

产品碳中和实施主体购买包头林草碳票抵销碳排放量应满足以下要求:

- a) 产品实现碳中和的时间不得晚于生产阶段结束后 1 年内;
- b) 已注销的包头林草碳票应可追溯并能提供相应证明文件。

9.4 购买碳汇类碳信用抵销

产品碳中和实施主体购买中国自愿减排机制下签发的碳汇类碳信用抵销碳排放量应满足以下要求:

- a) 产品实现碳中和的时间不得晚于生产阶段结束后 1 年内;
- b) 已注销的碳汇类碳信用应可追溯并提供相应证明。

10 碳中和评价

10.1 基本要求

产品碳中和实施主体可通过第三方机构开展产品碳中和评价,第三方机构应对碳中和评价的真实性、准确性负责。

10.2 评价内容

产品碳中和评价内容包括但不限于以下内容:

- a) 评价目的、范围及准则;
- b) 评价过程和方法,包括评价安排、文件审核和现场访问等;
- c) 评价内容,包括产品碳中和实施主体基本信息,产品名称、功能单位及数量,产品碳中和实施计划,产品碳足迹核算表,产品碳足迹减排路径实施情况,产品碳足迹抵销方式及抵销量,碳中和实现时间等;
- d) 评价结论。

11 碳中和信息披露

产品碳中和实施主体应在实现碳中和后披露产品碳中和相关信息,发布渠道包括但不限于:

- a) 实施主体官方网站;
- b) 实施主体微信公众号;
- c) 包头市林业和草原局官方网站;
- d) 碳中和信息平台 (<http://cn.edcmep.org.cn/>)。

参 考 文 献

[1] GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则.

[2] LY/T 2252-2015 碳汇造林技术规程.

[3] JR/T 0244-2022 碳金融产品.

[4] DB31/T 1071-2017 产品碳足迹核算通则.

[5] DB11/T 1860-2021 电子信息产品碳足迹核算指南.

[6] ISO 14064-3 对温室气体声明进行审定和评价的指南性规范.

[7] ISO 14067-2018 温室气体产品碳足迹量化的要求和指南.

[8] PAS 2050 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范.

[9] 温室气体核算体系：产品寿命周期核算与报告标准. 世界资源研究所（WRI）与世界可持续发展工商理事会.

[10] 高军政, 于晓华, 吴翠华等. 煤制乙二醇生产过程生命周期碳减排路径研究[J]. 环境工程, 2023, 41 (S2):321-325.

[11] 赵国庆, 洪湃, 班华等. 碳达峰碳中和背景下稀土产品的生命周期评价[J]. 有色金属工程, 2022, 12 (05):144-148.

[12] 白林. 养猪生产系统碳减排核心技术探讨[J]. 农村经济与科技, 2021, 32(23):66-67.

[13] 康斌, 王媛. 博思格碳减排实施路径及对行业的启示[J]. 冶金管理, 2022, (08):50-55.

[14] 高慧, 周心晨, 韩新燕等. “双碳”目标下猪产业链碳减排策略[J]. 畜牧与兽医, 2023, 55(08):133-137.
